

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 20 日 (20.10.2005)

PCT

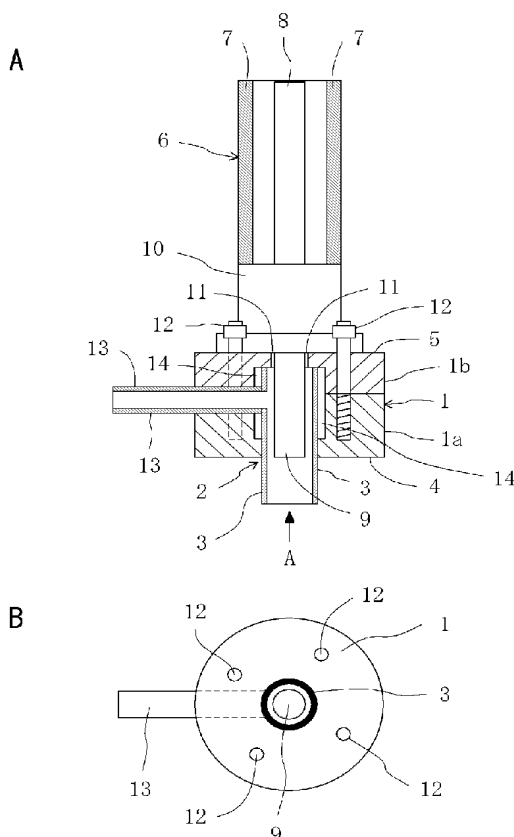
(10) 国際公開番号  
WO 2005/099322 A1

- (51) 国際特許分類: H05H 1/30 7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 Hiroshima (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005523
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 25 日 (25.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2004-105472 2004 年 3 月 31 日 (31.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー (ADTEC PLASMA TECHNOLOGY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP). 藤岡 万也 (FUJIOKA, Kazunari) [JP/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤井 修逸 (FUJII, Shuitsu) [JP/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP). ラマサミ ラズ (RAMASAMY, Raju) [IN/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP). 浦山 卓也 (URAYAMA, Takuya) [JP/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP). 藤岡 万也 (FUJIOKA, Kazunari) [JP/JP]; 〒7210942 広島県福山市引野町五丁目 6 番 10 号 株式会社アドテック プラズマ テクノロジー内 Hiroshima (JP).

[ 続葉有 ]

(54) Title: COAXIAL MICROWAVE PLASMA TORCH

(54) 発明の名称: 同軸形マイクロ波プラズマトーチ



(57) Abstract: A coaxial microwave plasma torch, comprising an outside conductor (1) formed in a cylindrical shape, a cylindrical electric discharge tube (3) fixedly inserted into an axial hole (2) formed in the outside conductor on one end face (4) side, and a coaxial cable (6) having one end fitted to the other end face of the outside conductor. An antenna (9) electrically connected to an inside conductor (8) is fitted to the one end of the coaxial cable and extended into the discharge tube through a through hole (11) axially passed through between the other end face (5) of the outside conductor and the bottom face of the axial hole. The outside conductor (7) of the coaxial cable is electrically connected to the outside conductor, and a gas inlet pipeline (13) supplying a gas into the discharge tube is fitted to the outside conductor.

(57) 要約: 円柱形状を有する外側導体 1 と、外側導体の一端面 4 側に形成された軸方向の孔 2 に挿入され、固定された円筒状の放電管 3 と、一端が、外側から外側導体の他端面に取り付けられた同軸ケーブル 6 を備える。同軸ケーブルの一端には、その内部導体 8 に電氣的に接続されたアンテナ 9 が備えられ、アンテナは、外側導体の他端面 5 および軸方向の孔の底面の間を軸方向に貫通する貫通孔 11 を通って放電管内にのび、同軸ケーブルの外部導体 7 は外側導体に電氣的に接続され、外側導体には、放電管内にガスを供給するガス導入管路 13 が設けられる。



(74) 代理人: 武石 靖彦, 外(TAKEISHI, Yasuhiko et al.);  
〒6040835 京都府京都市中京区御池通高倉西入高宮  
町200番地 千代田生命京都御池ビル8階 みのり  
特許事務所 Kyoto (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が  
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,  
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,  
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護  
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,  
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,  
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 同軸形マイクロ波プラズマトーチ

### 技術分野

[0001] 本発明は、マイクロ波プラズマトーチ、とりわけ、同軸形マイクロ波プラズマトーチに関するものである。

### 背景技術

[0002] 大気圧中においてプラズマを発生し得るマイクロ波プラズマトーチとしては、従来より、導波管形マイクロ波プラズマトーチが知られている(例えば特許文献1参照)。この従来の導波管形マイクロ波プラズマトーチは、スタブチューナ、導波管および反射板と大きく分けて3つの構成部分から構成され、さらには、大気圧中でプラズマを生成するために点火装置を必要とし、多数の構成部分を有している。そのため、装置の設計の自由度があまりなく、装置の小型化を図るには限界があるという問題を有していた。

[0003] この従来の導波管形プラズマトーチの欠点を解消するものとして、ヘリカル共振器の構造を引き継いだ構造を有する、同軸形マイクロ波プラズマトーチが提案されている(例えば特許文献2参照)。このマイクロ波プラズマトーチは、上端開口を蓋体によって閉じられた円筒状の外管からなる同軸形共振器と、この共振器の外管の上端寄りに外管に直角に連結された同軸線路とを備えている。そして、同軸線路の内部中央を通る導体が、外管内で上向きに蓋体方向に屈曲して蓋体の内端面に固定され、蓋体は、外管を通じ同軸線路の外部導体に接続され、さらに、蓋体の中央には、内部導体が固着され、内部導体は、棒状部と棒状部の先端に固着された電気伝導性をもつ電極からなり、外管の下方には、電極の周囲面に石英管が取付けられ、外管の周壁には、外側から電極に向けてガスを導入するガス導入口が設けられている。

[0004] このマイクロ波プラズマトーチにおいては、同軸線路に接続されたマイクロ波発振器によってマイクロ波が出力されると、マイクロ波は、同軸線路を通ることによって同軸モード(TEMモード)に変換されて伝送される。その後、マイクロ波は、同軸線路の内部中央を通る導体が共振器の外管内で蓋体方向に屈曲する部分で、一旦モード

変換され、さらに、共振器内部で再び同軸モードに変換されて、内部導体によって電極に導かれ、電極の先端にはマイクロ波の電界が集中し、電界強度が最大となり、電極の先端からプラズマが発生するようになっている。

- [0005] しかしながら、この構成によれば、共振器を使用するので、プラズマトーチをある程度の大きさに維持する必要がある、プラズマトーチを小型化することが困難であった。また、この構成によれば、マイクロ波は、同軸線路から共振器内に伝送される間に、同軸モードから一旦別のモードに変換された後、再び同軸モードに変換されるが、このようなモードの変換がなされると、それに対応してエネルギーの損失が生じ、エネルギー効率が低下するという問題があった。加えて、この構成では、大気圧中においてプラズマを点火させることは困難であった。

特許文献1:特開平9-295900号公報

特許文献2:特開平6-188094号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0006] したがって、本発明の課題は、従来のものより小型でかつ高いエネルギー効率を有し、しかも、大気圧中で容易にプラズマを発生させることができる同軸形マイクロ波プラズマトーチを提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

- [0007] 上記課題を解決するため、第1発明は、円柱形状を有する外側導体と、前記外側導体の一端面側に形成された軸方向の孔に挿入され、固定された円筒状の放電管と、一端が、外側から前記外側導体の他端面に取り付けられた、マイクロ波伝送用の同軸ケーブルと、を備え、前記同軸ケーブルの一端には、その内部導体に電氣的に接続されたアンテナが備えられ、前記外側導体には、その他端面側から前記軸方向の孔に向かって軸方向にのびる貫通孔が形成され、前記アンテナは、前記外側導体から電氣的に絶縁された状態で前記貫通孔を通して前記放電管内にのび、前記同軸ケーブルの外部導体は前記外側導体に電氣的に接続され、前記外側導体には、前記放電管内にガスを供給するガス導入管路が設けられていることを特徴とする同軸形マイクロ波プラズマトーチを構成したものである。

- [0008] 第1発明の構成において、好ましくは、前記外側導体の軸方向の孔の周面および前記放電管の外周面の間には、円筒状のスペースが形成され、前記円筒状のスペースは、前記外側導体の内部において、半径方向に予め決定された長さだけのび、前記軸方向の孔の底面から軸方向に任意の長さだけのびている。
- [0009] また、上記課題を解決するため、第2発明は、円筒状の外側導体およびその内側に半径方向に間隔をあけて配置された円筒状の放電管からなる二重管構造を有するトーチ本体を備え、前記トーチ本体の前記外側導体は、その一端開口を蓋によって閉じられ、前記放電管は、一端が前記蓋に固定され、他端が前記外側導体の他端開口から突出してのび、前記トーチ本体の前記外側導体の蓋には、外側から、マイクロ波伝送用の同軸ケーブルの一端が取り付けられ、前記同軸ケーブルの一端には、その内部導体に電氣的に接続されたアンテナが備えられ、前記アンテナは、前記蓋から電氣的に絶縁された状態で、前記蓋に形成された貫通孔を通して前記トーチ本体の前記放電管内に軸方向にのび、前記同軸ケーブルの外部導体は前記トーチ本体の前記外側導体に電氣的に接続され、前記トーチ本体には、前記トーチ本体の前記放電管内にガスを供給するガス導入管路が設けられていることを特徴とする同軸形マイクロ波プラズマトーチを構成したものである。
- [0010] 第2発明の構成において、好ましくは、前記トーチ本体における前記外側導体および前記放電管の間に形成された円筒状スペース内には、円筒状の補助導体が前記外側導体の他端開口側から嵌め込まれ、前記補助導体は、前記外側導体の内周面との間および前記放電管の外周面との間にマイクロ波の漏れを生じさせることなく、かつ前記トーチ本体の前記外側導体と電氣的に接触しつつ前記放電管の軸方向に沿ってスライド運動することによって、マイクロ波の位相を適当に変化させ得るようになっている。
- また好ましくは、前記ガス導入管路は、前記トーチ本体の外側から、前記外側導体および前記蓋の両方またはいずれか一方を貫通して前記外側導体および前記放電管の間の円筒状スペース内にのびた後、前記放電管に接続され、前記放電管における前記アンテナの先端近傍領域に開口している。あるいは、前記トーチ本体の前記蓋は、円柱状の誘電体からなる、前記外側導体内に挿入される差込部を少なくとも

も有し、前記放電管の一端は前記差込部に固定され、前記ガス導入管路は、前記トーチ本体の外側から、前記トーチ本体の前記外側導体を貫通する電気絶縁性をもつ管部分と、前記管部分に接続され、前記蓋の差込部を貫通する第1管路部分と、前記第1管路部分に接続され、前記アンテナ内部を内側にのびた後、そこから前記アンテナ内部をその先端に向かって軸方向にのび、前記先端に開口する第2管路部分とからなっている。

[0011] 第1および第2発明の構成において、好ましくは、前記アンテナは、前記同軸ケーブルの内部導体からなっている。

### 発明の効果

[0012] 本発明によれば、プラズマトーチの全体が同軸構造を保持し、よって、従来のマイクロ波プラズマトーチとは異なり、共振器を備えていないので、同軸ケーブル中を伝送されるマイクロ波は、同軸モードのままでアンテナに供給され、アンテナの先端でプラズマが発生する。したがって、プラズマトーチのエネルギー効率が従来より格段に高くなり、また、大気圧中でも容易にプラズマを生成することができる。また、本発明によれば、従来の導波管形のプラズマトーチとは異なり、整合器や反射板を用いる必要がないので、より大きな設計の自由度が得られ、プラズマトーチを小型化することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の1実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチを示したもので、(A)は側断面図で、(B)は(A)の矢印A方向から見た平面図である。

[図2]本発明の別の実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチを示したものであり、(A)は側断面図であり、(B)は、(A)におけるX-X線に沿った断面図である。

[図3]図2の実施例の変形例を示した側断面図である。

[図4]本発明のさらに別の実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチの側断面図である。

### 符号の説明

[0014] 1 外側導体  
2 軸方向の孔

- 3 放電管
- 4 一端面
- 5 他端面
- 6 同軸ケーブル
- 7 外部導体
- 8 内部導体
- 9 アンテナ
- 10 同軸コネクタ
- 11 貫通孔
- 12 ボルト
- 13 ガス導入管路
- 14 円筒状のスペース

#### 発明を実施するための最良の形態

[0015] 以下、添付図面を参照して本発明の好ましい実施例について説明する。図1は、本発明の1実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチを示したもので、(A)は側断面図で、(B)は(A)の矢印A方向から見た平面図である。図1を参照して、本発明の同軸形マイクロ波プラズマトーチは、円柱形状を有する外側導体1と、外側導体1の一端面4側に形成された軸方向の孔2に挿入され、固定された円筒状の放電管3と、一端が、外側から外側導体1の他端面5に取り付けられた、マイクロ波伝送用の同軸ケーブル6を備えている。

この実施例では、外側導体1は、一端面4側の円柱状の第1部分1aと、他端面5側の円柱状の第2部分1bの2つの部分を接合したものからなっている。また、軸方向の孔2は、外側導体1の中心軸に沿ってのび、放電管3は外側導体1と同軸に配置されている。また、放電管3は、石英管およびアルミナ管等の誘電体から形成されている。

[0016] 同軸ケーブル6の一端には、その内部導体8に電氣的に接続されたアンテナ9が備えられている。この実施例では、同軸ケーブル6の一端に同軸コネクタ10が取り付けられ、この同軸コネクタ10を介して同軸ケーブル6の内部導体8とアンテナ9が電氣的に接続される。また、外側導体1には、その他端面5側から軸方向の孔2に向かっ

て軸方向にのびる貫通孔11が形成され、アンテナ9が、外側導体1から電氣的に絶縁された状態で貫通孔11を通して放電管3内に突出するようにして、同軸コネクタ10がボルト12によって外側導体1の他端面5に取り付けられる。この場合、ボルト12は、同軸コネクタ10を外側導体1に取付けるだけでなく、外側導体1の第1部分1aおよび第2部分1bを互いに接合するためにも使用される。同時に、同軸ケーブル6の外部導体7は同軸コネクタ10を介して外側導体1に電氣的に接続される。

アンテナ9は、高い電気伝導性を有する材料から形成されている。そして、アンテナ9と外側導体1の貫通孔11とは半径方向に間隔をあけて配置され、それによって、アンテナ9および外側導体1は互いに電氣的に絶縁されている。アンテナ9には、プラズマ発生時に、プラズマへの不純物の混入を防止すべく、適当な表面コーティングが施されていることが好ましい。アンテナ9は、この実施例では、同軸ケーブル6の内部導体8とは別個のものとして形成されているが、アンテナ9を内部導体8から形成してもよい。

- [0017] 外側導体1の軸方向の孔2は、当該孔2の底面から軸方向に任意の長さだけ（しかし、外側導体1の一端面4に達することはない）のび、その径が放電管3の外径より予め決定された長さだけ大きくなっており、この領域（外側導体1の内部）において、孔2の内周面および放電管3の外周面の間に、半径方向に予め決定された厚さを有し、任意の長さを有する円筒状のスペース14が形成される。

円筒状のスペース14は、伝送インピーダンスの整合をとるために使用される。伝送インピーダンスの整合は、同軸ケーブル6の内部導体8と外部導体7の径の比率と、アンテナ9の外径と外側導体1の内径の比率を一致させることによってなされる。この場合、外側導体1内部における円筒状のスペース14の半径方向の長さによって、外側導体1の内径が決定される。なお、外側導体1および放電管3の間に円筒状のスペース14を設ける必要がない場合もある。

- [0018] 外側導体1には、放電管3内にガスを供給するガス導入管路13が設けられている。ガス導入管路13は、石英管等の誘電体からなる管からなり、外側導体1の外側から、外側導体1に形成された半径方向の貫通孔を通して円筒状のスペース14内にのび、その一端が放電管3に接続され、放電管3内に開口している。



- [0019] こうして、大気圧中において、同軸ケーブル6の他端に、(図示されない)マイクロ波発振器が接続され、マイクロ波発振器から所定の波長のマイクロ波が出力される。また、ガス導入管路13には、(図示されない)ガス供給源が接続される。そして、ガス供給源からガス導入管路13を通じて放電管9内にガスが導入されるとともに、マイクロ波発振器から出力されたマイクロ波が、同軸ケーブル6中を伝送され、同軸コネクタ10を介してアンテナ9に同軸モードで伝送される。そして、マイクロ波は、アンテナ9表面を伝わり、アンテナ9の先端で最も高い電界が生じ、プラズマが、アンテナ9の先端と放電管3の内壁との間において生成され、放電管3の先端開口から照射される。
- [0020] 本発明による同軸形マイクロ波プラズマトーチは、全体が同軸構造を保持していて、従来の同軸形共振器を使用したマイクロ波プラズマトーチのように共振器を備えていないので、同軸ケーブル中を伝送されるマイクロ波は、同軸モードのままアンテナに供給され、プラズマが発生する。したがって、プラズマトーチのエネルギー効率が従来より格段に高くなり、また大気圧中でも容易に点火させてプラズマを維持することができる。また、本発明によれば、従来の導波管形のプラズマトーチのように整合器や反射板を用いる必要がなく、プラズマトーチの構成部品点数が少なくて済むので、より大きな設計の自由度が得られ、プラズマトーチを小型化することができる。
- [0021] 図2は、本発明の別の実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチを示したものであり、(A)は側断面図であり、(B)は(A)におけるX-X線に沿った断面図である。図2に示されるように、本発明の同軸形マイクロ波プラズマトーチは、円筒状の外側導体21と、その内側に半径方向に間隔をあけて配置された放電管22とからなる二重管構造を有するトーチ本体20を備えている。
- [0022] トーチ本体20の外側導体21は、その一端開口を蓋23によって閉じられている。この実施例では、蓋23は導電性を有する材料から形成されている。放電管22は、一端22aが蓋23に固定され、他端22bが外側導体21の他端開口21aから突出してのびている。放電管22は、石英管およびアルミナ管等の誘電体から形成されており、蓋23から電氣的に絶縁されている。また、トーチ本体20の外側導体21の蓋23には、外側から、マイクロ波伝送用の同軸ケーブル24の一端が取り付けられ、同軸ケーブル24の一端にはその内部導体25に電氣的に接続されたアンテナ28が備えられ

ている。

- [0023] この実施例では、同軸ケーブル24の一端に同軸コネクタ27が取り付けられ、この同軸コネクタ27を介して同軸ケーブル24の内部導体25とアンテナ28が電氣的に接続される。そして、アンテナ28が、蓋23から電氣的に絶縁された状態で、蓋23に形成された貫通孔29を通してトーチ本体21の放電管22内に放電管22の軸方向に突出するようにして、同軸コネクタ27がボルト30によって蓋23に取り付けられる。この場合、ボルト30は、同軸コネクタ27を蓋23に取付けるだけでなく、蓋23を外側導体21に電氣的に結合するためにも使用される。同時に、同軸ケーブル24の外部導体26は、同軸コネクタ27を介してトーチ本体20の外側導体21に電氣的に接続される。

アンテナ28は、高い電気伝導性を有する材料から形成されている。そして、アンテナ28と蓋23の貫通孔29とは半径方向に間隔をあけて配置され、それによって、アンテナ28および蓋23は互いに電氣的に絶縁されている。アンテナ28には、プラズマ発生時にプラズマへの不純物の混入を防止すべく、適当な表面コーティングが施されていることが好ましい。この実施例では、アンテナ28は同軸ケーブル24の内部導体25とは別個のものとして形成されているが、アンテナ28を内部導体25から形成してもよい。

- [0024] また、アンテナ28の外径と外側導体1の内径の比率を、同軸ケーブル24の内部導体25と外部導体26の径の比率と一致させることにより、伝送インピーダンスの整合が行われる。

- [0025] トーチ本体20には、トーチ本体20の放電管22内にガスを供給するガス導入管路32が設けられている。ガス導入管路32は、石英管等の誘電体からなる管からなり、外側導体21の外側から、外側導体21に形成された半径方向の貫通孔を通して、外側導体21および放電管22の間のスペース33内にのび、その一端が放電管22に接続され、放電管22におけるアンテナ28の先端近傍領域に開口している。

- [0026] トーチ本体20における外側導体21および放電管22の間に形成された円筒状スペース33内には、円筒状の補助導体34が外側導体21の他端開口21a側から嵌め込まれる。さらに、補助導体34の外周面にはネジ山35が備えられ、一方、外側導体21の内周面には、補助導体34のネジ山35に係合するネジ溝36が備えられる。そして、

補助導体34が放電管22のまわりに回転せしめられることによって、補助導体35は、外側導体21の内周面との間および放電管22の外周面との間にマイクロ波の漏れを生じさせることなく、かつトーチ本体20の外側導体21と電氣的に接触しつつ、放電管22の軸方向に沿ってスライド運動しうようになっている。なお、37は、補助導体35に結合された、補助導体35の回転操作を容易にするための操作つまみである。

[0027] この実施例では、補助導体34は、外側導体21とネジ係合されることによって、放電管22の軸方向に沿ってスライド運動可能となっているが、例えば、図3に示されるように、補助導体34の外周面が、外側導体21の内周面に接触し、内周面が放電管22の外周面に接触するように構成することによって、補助導体34を、ネジ係合によらずにスライド運動可能とすることもできる。

[0028] こうして、大気圧中において、同軸ケーブル24の他端に、(図示されない)マイクロ波発振器が接続され、マイクロ波発振器から所定の波長のマイクロ波が出力される。また、ガス導入管路32には、(図示されない)ガス供給源が接続される。そして、ガス供給源からガス導入管路32を通じて放電管22内にガスが導入されるとともに、マイクロ波発振器から出力されたマイクロ波が、同軸ケーブル24中を伝送され、同軸コネクタ27を介してアンテナ28に同軸モードで伝送される。そして、マイクロ波は、アンテナ28表面を伝わり、アンテナ28の先端で最も高い電界が生じ、プラズマがアンテナ28の先端と放電管22内壁との間において生成され、放電管22の先端開口から照射される。

[0029] この実施例においても図1の実施例と同様の効果が得られ、特にこの実施例では、放電管22内にプラズマを維持することによって、長いプラズマを生成することができる。

[0030] 図4は、本発明のさらに別の好ましい実施例による同軸形マイクロ波プラズマトーチの側断面図である。図4に示した実施例は、図2の実施例と、基本的に、蓋の構成およびガス導入管路の構成が相違しているだけである。したがって、図4中、図2の構成要素と同一の構成要素には同一番号を付し、説明を省略する。

図3を参照して、トーチ本体20の40蓋は、円柱状の誘電体からなる、外側導体21内に挿入される差込部42と、差込部42の一端に設けられた導体からなるフランジ部

41とから形成されている。そして、放電管22の一端は差込部42に固定されている。

[0031] この実施例では、ガス導入管路は、トーチ本体20の外側から、トーチ本体20の外側導体21を半径方向に貫通する電気絶縁性をもつ管部分43と、管部分43に接続され、蓋40の差込部42を半径方向に貫通する第1管路部分44と、第1管路部分44に接続され、アンテナ45内部を半径方向内側にのびた後、そこからアンテナ45内部をその先端に向かって軸方向にのび、当該先端に開口する第2管路部分45とからなっている。

[0032] こうして、この実施例では、アンテナ45の先端から放電管22内にガスが導入される。この実施例の場合にも、図2の実施例と同様の効果が得られる。

#### 産業上の利用可能性

[0033] 本発明によれば、大気圧中において、容易にプラズマを発生させることができる、非常に小型でエネルギー効率の高い同軸形マイクロ波プラズマトーチを提供することができる。そして、本発明によるマイクロ波プラズマトーチは、エッチング装置、CVD装置、表面処理装置、表面改質装置および材料改質装置等において、従来の導波管形マイクロ波プラズマトーチの代わりに使用することができる。

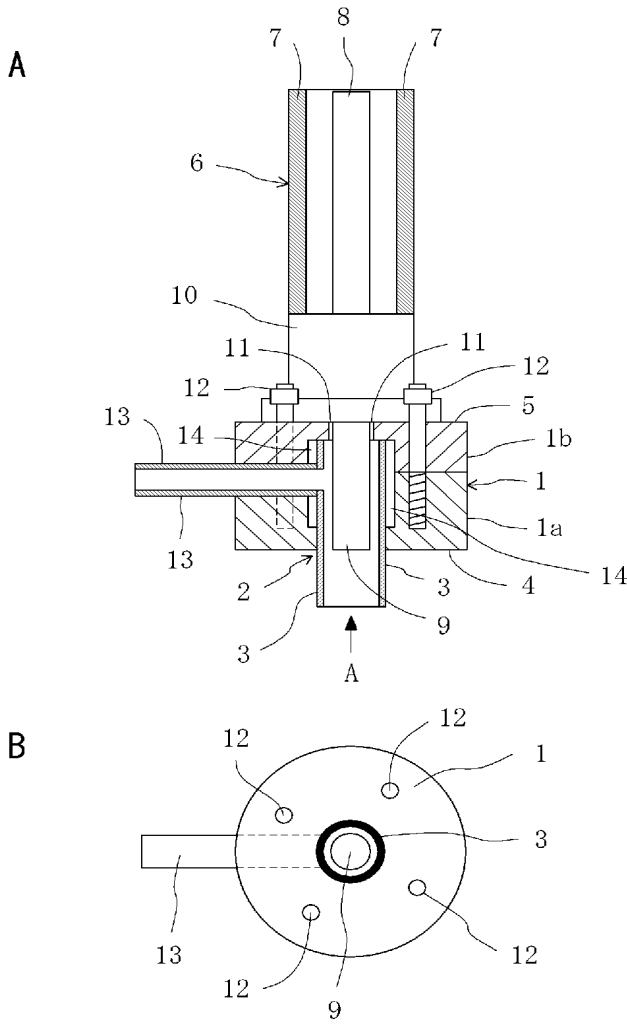
## 請求の範囲

- [1] 円柱形状を有する外側導体と、  
前記外側導体の一端面側に形成された軸方向の孔に挿入され、固定された円筒状の放電管と、  
一端が、外側から前記外側導体の他端面に取り付けられた、マイクロ波伝送用の同軸ケーブルと、を備え、  
前記同軸ケーブルの一端には、その内部導体に電氣的に接続されたアンテナが備えられ、前記外側導体には、その他端面側から前記軸方向の孔に向かって軸方向にのびる貫通孔が形成され、前記アンテナは、前記外側導体から電氣的に絶縁された状態で前記貫通孔を通して前記放電管内にのび、前記同軸ケーブルの外部導体は前記外側導体に電氣的に接続され、前記外側導体には、前記放電管内にガスを供給するガス導入管路が設けられていることを特徴とする同軸形マイクロ波プラズマトーチ。
- [2] 前記外側導体の軸方向の孔の周面および前記放電管の外周面の間には、円筒状のスペースが形成され、前記円筒状のスペースは、前記外側導体の内部において、半径方向に予め決定された長さだけのび、前記軸方向の孔の底面から軸方向に任意の長さだけのびていることを特徴とする請求項1に記載の同軸形マイクロ波プラズマトーチ。
- [3] 円筒状の外側導体およびその内側に半径方向に間隔をあけて配置された円筒状の放電管からなる二重管構造を有するトーチ本体を備え、  
前記トーチ本体の前記外側導体は、その一端開口を蓋によって閉じられ、前記放電管は、一端が前記蓋に固定され、他端が前記外側導体の他端開口から突出してのび、前記トーチ本体の前記外側導体の蓋には、外側から、マイクロ波伝送用の同軸ケーブルの一端が取り付けられ、前記同軸ケーブルの一端には、その内部導体に電氣的に接続されたアンテナが備えられ、前記アンテナは、前記蓋から電氣的に絶縁された状態で、前記蓋に形成された貫通孔を通して前記トーチ本体の前記放電管内に軸方向にのび、前記同軸ケーブルの外部導体は前記トーチ本体の前記外側導体に電氣的に接続され、前記トーチ本体には、前記トーチ本体の前記放電管内にガ

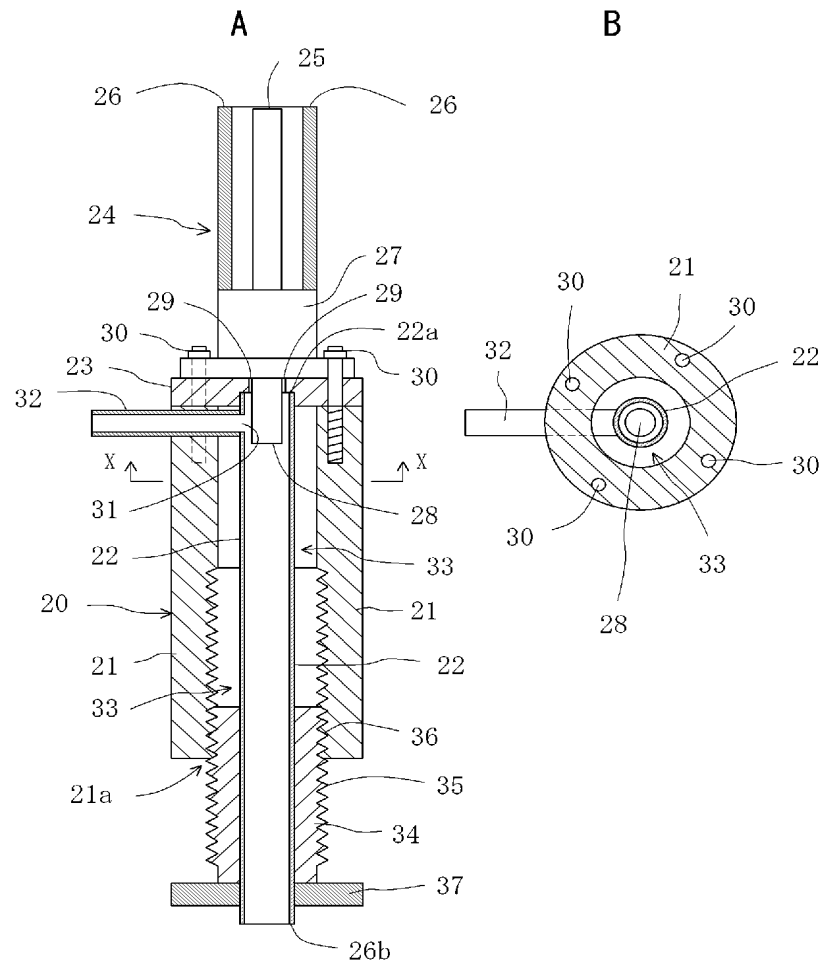
スを供給するガス導入管路が設けられていることを特徴とする同軸形マイクロ波プラズマトーチ。

- [4] 前記トーチ本体における前記外側導体および前記放電管の間に形成された円筒状スペース内には、円筒状の補助導体が前記外側導体の他端開口側から嵌め込まれ、前記補助導体は、前記外側導体の内周面との間および前記放電管の外周面との間にマイクロ波の漏れを生じさせることなく、かつ前記トーチ本体の前記外側導体と電氣的に接触しつつ前記放電管の軸方向に沿ってスライド運動することによって、マイクロ波の位相を適当に変化させ得るようになっていることを特徴とする請求項3に記載の同軸形マイクロ波プラズマトーチ。
- [5] 前記ガス導入管路は、前記トーチ本体の外側から、前記外側導体および前記蓋の両方またはいずれか一方を貫通して前記外側導体および前記放電管の間の円筒状スペース内にのびた後、前記放電管に接続され、前記放電管における前記アンテナの先端近傍領域に開口していることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の同軸形マイクロ波プラズマトーチ。
- [6] 前記トーチ本体の前記蓋は、円柱状の誘電体からなる、前記外側導体内に挿入される差込部を少なくとも有し、前記放電管の一端は前記差込部に固定され、前記ガス導入管路は、前記トーチ本体の外側から、前記トーチ本体の前記外側導体を貫通する電気絶縁性をもつ管部分と、前記管部分に接続され、前記蓋の差込部を貫通する第1管路部分と、前記第1管路部分に接続され、前記アンテナ内部を内側にのびた後、そこから前記アンテナ内部をその先端に向かって軸方向にのび、前記先端に開口する第2管路部分とからなっていることを特徴とする請求項3または請求項4に記載の同軸形マイクロ波プラズマトーチ。
- [7] 前記アンテナは、前記同軸ケーブルの内部導体からなっていることを特徴とする請求項1～請求項6のいずれかに記載の同軸形マイクロ波プラズマトーチ。

[図1]

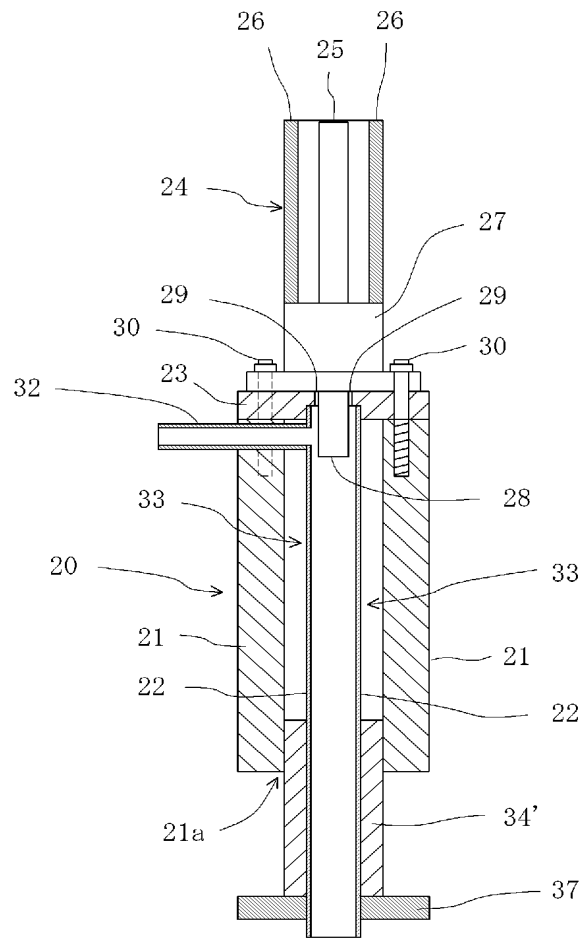


[[2]]

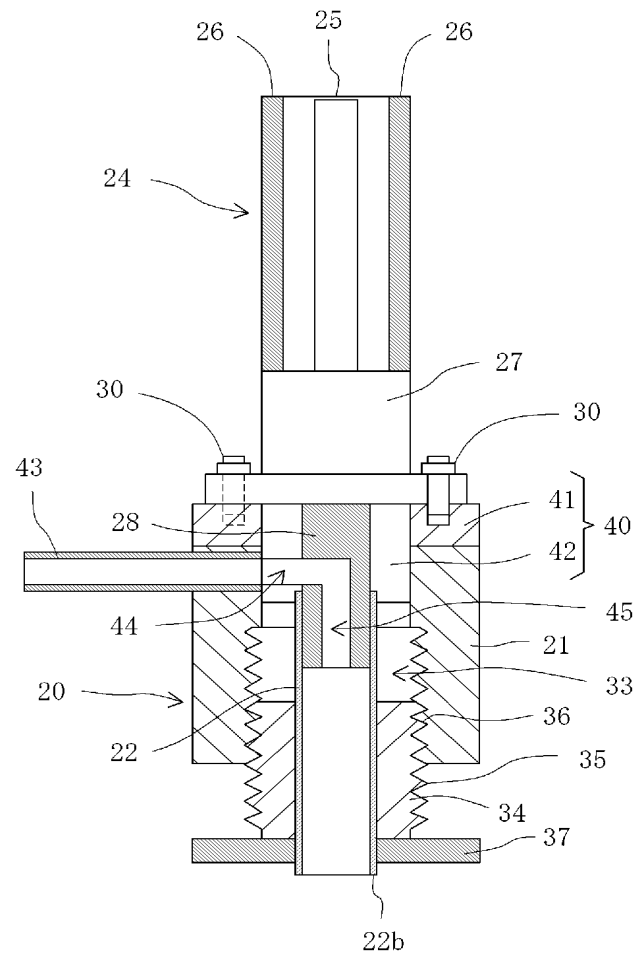




[図3]



[図4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005523

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H05H1/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H05H1/30, H05H1/24, H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-543985 A (DAE WON PAPTIN FORM CO., LTD.), 24 December, 2002 (24.12.02), Full text; all drawings & EP 1190605 A & WO 00/069230 A1	1-7
A	JP 3-222298 A (Hitachi, Ltd.), 01 October, 1991 (01.10.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 7-321096 A (Daihen Corp.), 08 December, 1995 (08.12.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June, 2005 (21.06.05)

Date of mailing of the international search report

05 July, 2005 (05.07.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005523

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-295797 A (Texas Instruments Inc.), 21 October, 1994 (21.10.94), Full text; all drawings & US 5389135 A	1-7
E,A	JP 2005-129484 A (Mitsui Chemicals, Inc.), 19 May, 2005 (19.05.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> H05H1/30			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> H05H1/30, H05H1/24, H01L21/3065			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2002-543985 A (デウオン パプティン フォーム カンパニー リミテッド) 2002. 12. 24, 全文, 全図 & EP 1190605 A & WO 00/069230 A1	1-7	
A	JP 3-222298 A (株式会社日立製作所) 1991. 10. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7	
A	JP 7-321096 A (株式会社ダイヘン) 1995. 12. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 21. 06. 2005		国際調査報告の発送日 05. 7. 2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 山口 敦司	2M 9216
		電話番号 03-3581-1101 内線 3274	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 6-295797 A (テキサス インスツルメンツ インコーポレイテツ ド) 1994. 10. 21, 全文, 全図 & US 5389135 A	1-7
E, A	JP 2005-129484 A (三井化学株式会社) 2005. 05. 19, 全文, 全図 (フ アミリーなし)	1-7